

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА СЛОЕВОГО ГАЗОГЕНЕРАТОРА С
ОПРЕДЕЛЕНИЕМ ВЫХОДА ПОПУТНЫХ ХИМИЧЕСКИХ
ПРОДУКТОВ**

**METHOD OF CALCULATING A LAYER GASIFIER WITH THE
DETERMINATION OF CHEMICAL PRODUCTS**

Михалькова А. А., Павлов Д. С., Павлова Д. Н., Пузанов Н. С.,
Терентьев А. Ф., Стахеев С. Г.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург
sest07@mail.ru

Mikhalkova A. A., Pavlov D. S., Pavlova D. N., Puzanov N. S.,
Terentyev A. F., Stakheev S. G.

Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: В работе предложена методика расчета слоевого газогенератора, позволяющая рассчитывать не только выход и состав генераторного газа при газификации твёрдых топлив, но выход и состав химических продуктов. Приведён расчёт по предложенной методике процесса газификации каменного угля технологической марки "Г" ОАО «Северный Кузбасс».

Abstract: The paper proposes a method for calculating the layered gas generator, which allows calculating not only the yield and composition of the generator gas in the gasification of solid fuels, but the yield and composition of chemical products. The calculation is made based on the proposed method for the coal gasification of the technological grade "G" of ОАО «Severný Kuzbass».

Ключевые слова: газификация; слоевой газогенератор; генераторный газ, пиролиз; химические продукты.

Key words: *gasification; pyrolysis; layer gasifier; generating gas; chemical products.*

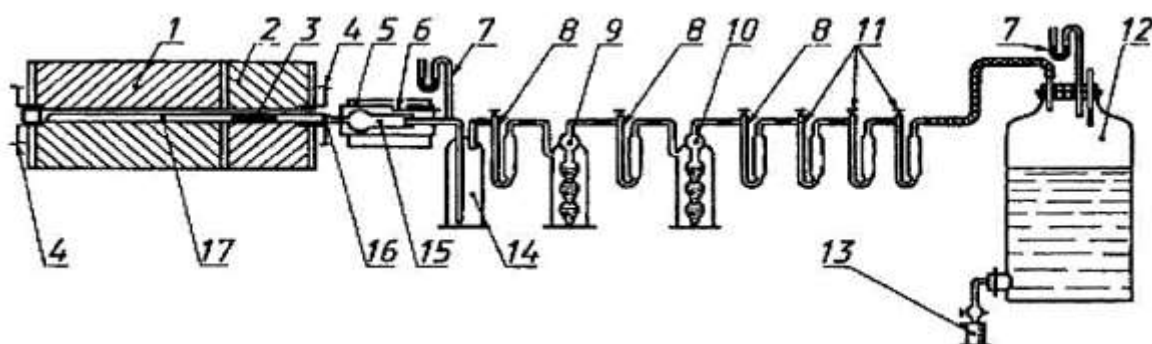
Газификации можно подвергнуть любые виды горючих ископаемых, углеродсодержащие отходы с целью получения горючего газа, синтетических топлив или продуктов органического синтеза. Перспективный вариант процесса – внутрицикловая газификация для производства электроэнергии, позволяющая повысить КПД электростанции и снизить удельный расход топлива.

Наибольшее распространение получили слоевые газогенераторы, в которых кусковое твёрдое топливо движется в шахте сверху вниз под действием силы тяжести. В нижнюю часть газогенератора подают газифицирующий агент. В верхней части газогенератора происходит пиролиз с выделением газа и химических продуктов. Далее из зоны пиролиза твёрдый углеродистый остаток поступает в зону газификации. В слоевом газогенераторе генераторный газ является суммой газов пиролиза и непосредственно газификации.

В настоящее время для расчета процесса газификации в слоевых газогенераторах применяются методы, разработанные в 50–60-х годах прошлого столетия. Наибольшее распространение получил метод проф. Н. Н. Доброхотова, в котором расчёты для зон пиролиза и газификации выполняется раздельно, а получаемый генераторный газ является смесью газов из указанных зон [1]. Методика расчета является достаточно простой и не требует трудоёмких вычислений, однако имеет ряд недостатков. Во-первых, расчёт газа в зоне пиролиза осуществляется с использованием эмпирических коэффициентов, различающихся для разных видов топлива и не всегда имеющих в литературе. Во-вторых, данная методика не позволяет определить выход химических продуктов на стадии пиролиза, таких как бензол, смола, аммиак и др. химических соединений, что затрудняет разработку технических решений по их улавливанию из генераторного газа, переработке и квалифицированному применению.

В данной работе предлагается усовершенствованный метод Н. Н. Доброхотова, в котором количество и состав химических продуктов на стадии пиролиза определяется по ГОСТ 18635-74 [2].

Схема установки представлена на рисунке. Проба угля или угольной смеси массой 20 г нагревают в электрической печи со скоростью 5 °С/мин до температуры 900 °С с последующей выдержкой в течение 30 мин. Образующуюся при пиролизе угля парогазовую смесь пропускается через последовательно установленные поглотительные ловушки, заполненные сухой ватой, серной кислотой, гидроксидом натрия, раствором оксида желтой ртути в серной кислоте, активированным углем, хлористым кальцием для улавливания соответственно смолы, аммиака, диоксида углерода, непредельных углеводородов, бензол, паров влаги (см. рисунок).



Установка для определения выхода химических продуктов коксования
 1 – пятисекционная печь; 2 – печь пиролиза; 3 – фарфоровая насадка;
 4 – термопара; 5 – печь для ватного фильтра; 6 – термометр; 7 – водяной манометр; 8 – трубки с хлористым кальцием; 9, 10, 14 – поглотительные склянки; 11 – трубки с активированным углем; 12 – газометр; 13 – мерный цилиндр; 15 – фильтр для смолы; 16 – кварцевая вставка, 17 – реакционная трубка

По количеству и составу продуктов пиролиза, а также исходный состав угля, рассчитывали состав углеродистого остатка, поступающего из зоны пиролиза в зону газификации. Расчёт зоны газификации осуществляется по методу проф. Н. Н. Доброхотова, основанном на решении системы из 4-х уравнений: балансов углерода, водорода, кислорода и уравнения константы равновесия реакции взаимодействия диоксида углерода с водяным паром.

Ниже приведён пример расчёта по предлагаемому методу процесса газификации газового угля ОАО «Северный Кузбасс».

Состав исходного угля на входе в газогенератор представлен в таблице.

Состав топлива

Топливо	Компоненты, % (масс)						
	C	H	O	N	S	A	W
Исходный уголь	63,3	4,4	7,4	2,1	0,5	14,3	8
Углеродистый остаток перед зоной газификации (расчёт)	53,5	0,9	1,3	0,1	-	14,3	-

Массовый выход продуктов пиролиза угля по ГОСТ 18635-74 составил, %: пирогенетическая влага – 6,03; смола – 6,30; бензол (C_6H_6) – 1,56; аммиак (NH_3) – 0,53; кокс – 70,09; газ пиролиза – 15,49. Состав газа пиролиза был определён на хроматографе «Кристалл-Люкс». Далее был рассчитан состав твёрдого углеродистого остатка и перед зоной газификации (см. таблицу). Зону газификации рассчитывали согласно исходной методике.

В результаты расчета были получены следующие данные. Выход генераторного газа составил 4600 м^3 на 1 т исходного угля, удельная теплота сгорания газа – $6,14 \text{ МДж/м}^3$. Состав генераторного газа, % об.: диоксид углерода – 1,3; оксид углерода – 36,3; метан – 2,6; непредельные углеводороды – 0,6; водород – 0,6; сероводород – 0,1; азот – 56,3; водяной пар – 2,2. Выход смолы, бензола, аммиака и пирогенетической влаги на 1 т исходного угля составил соответственно 58,0, 14,4; 4,8 и 55,5 кг.

Таким образом, предложенный нами метод расчета слоевого газогенератора позволяет определять не только выход и состав генераторного газа, но и выход химических продуктов, образующихся в зоне пиролиза газогенератора, которые необходимо извлекать из генераторного газа и перерабатывать в товарные продукты.

Список использованных источников

1. Бесков С.Д. Техно-химические расчёты. М. : Химия, 1962. – 467 с.
2. ГОСТ 18635-74 Угли каменные. Метод определения выхода химических продуктов коксования. М. : ИПК изд-во стандартов, 1973. 11 с.